



FEUC FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Andrea Alves Lopes

I&D, Educação e Crescimento Económico: uma análise aplicada a Portugal

Trabalho de Projeto do Mestrado em Economia,
Especialização em Economia Industrial,
apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para
obtenção do grau de Mestre

Orientado por: Doutora Marta Simões e Doutor João Sousa Andrade

Julho de 2015

Agradecimentos

Deixo aqui algumas palavras de agradecimento às pessoas que contribuíram para a realização do meu projeto de trabalho e formação académica.

À minha orientadora, Professora Doutora Marta Simões pela disponibilidade, pela orientação, pelas sugestões e críticas que me facultou ao longo da realização deste projeto.

Ao meu orientador, Professor Doutor João Sousa Andrade pela paciência e apoio para elaboração deste projeto.

À minha família, em especial aos meus pais pelo apoio incondicional, pela compreensão e incentivo durante esta jornada.

A todos os meus amigos, Filipe, Irina, Mariana, Sofia um obrigada e em especial um muito obrigado ao Tiago.

Resumo

Este trabalho analisa a relação entre a atividade de Investigação e Desenvolvimento (I&D) e o crescimento económico em Portugal, para o período de 1980-2013, complementando estudos já outrora realizados. O objetivo é compreender se o crescimento económico português tem beneficiado da I&D, incorporando na análise a relação entre a disponibilidade de capital humano e a capacidade do país levar a cabo atividades de I&D por intermédio da estimação de um modelo VAR que considera todas as variáveis como interdependentes. Para o efeito, começou por definir-se um VAR com três variáveis: PIB real *per capita*, despesa em I&D em percentagem do PIB e os anos médios de escolaridade total da população portuguesa. A partir do modelo inicial, e após a investigação das características em termos de estacionaridade das séries estatísticas utilizadas, analisou-se a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as três variáveis aplicando a metodologia proposta por Johansen. Esta não permitiu identificar uma relação de longo prazo, ao contrário do previsto pelos modelos de crescimento endógeno, segundo os quais I&D e educação são os principais responsáveis por melhorias da produtividade, por sua vez o motor do crescimento do produto no longo prazo. Este resultado pode dever-se ao facto da despesa total em I&D em percentagem do PIB ter sido realizada, ao longo do período considerado, maioritariamente pelo setor institucional (universidades, Estado, IPSFL) e não pelas empresas e não se traduzir, no caso da economia portuguesa, na introdução de novas tecnologias de produção, produtos ou serviços que efetivamente aumentem a produtividade e o produto: Do ponto de vista da educação, poderão dever-se aos níveis de escolaridade ainda demasiado baixos para permitirem aumentar a capacidade de inovação/imitação da economia portuguesa e/ou ao facto de não conferirem as competências procuradas pelo mercado de trabalho. Na ausência de resultados que apoiassem a existência de uma relação de longo prazo, prosseguiu-se para a análise de relações de curto prazo aplicando a análise de causalidade à Granger tendo por base um modelo VAR em primeiras diferenças. A estimação deste modelo levou à conclusão da existência de relações pouco significativas no curto prazo, sendo estas visíveis também na análise de funções impulso-resposta que indicam que as despesas em I&D ou os anos médios de escolaridade têm um impacto pouco significativo no produto interno bruto real *per capita*. Quanto às respostas das despesas em I&D e dos anos médios de escolaridade total relativamente a choques das variáveis do modelo considerado, também estas são pouco relevantes.

Palavras-chave: investigação e desenvolvimento, educação, crescimento económico, Portugal, VAR

Classificação JEL: I21, O11, O32, O40

Abstract

This paper analyzes the relationship between research and development (R&D) activities and economic growth in Portugal, for the period 1980-2013, complementing previous studies. The main goal is to understand whether Portuguese economic growth has benefited from R&D, incorporating in the analysis its relationship with the availability of human capital and estimating a VAR model that considers all variables as interdependent. To this end, I began by defining a VAR model with three variables: real GDP per capita, R & D expenditures as a percentage of GDP and average years of total schooling of the Portuguese population. From the initial model, and after the investigation of the characteristics of the series in terms of stationarity, I analyzed the existence of a long-run equilibrium relationship between the three variables using the methodology proposed by Johansen. It was not possible to identify a long-term relationship, contrary to the predictions of endogenous growth models, according to which R & D and education are the main drivers of productivity, and the engine of output growth in the long run. This result may be due to the fact that R & D expenditures have been performed over the period under analysis mostly by the institutional sector (universities, government, PNP???) and not by firms, thus not resulting in the introduction of new production technologies, products or services that effectively increase productivity and output. From the education point of view, it may be the case that educational attainment is still too low to allow an increase in the capacity for innovation / imitation of the Portuguese economy and / or because it does not confer the skills required by the labor market. In the absence of results that supported the existence of a long-term relationship, I analyzed short-term relationships by applying the Granger causality analysis based on a VAR model in first differences. The estimation of this model also does not support the existence of short term relationships, which is also visible in the analysis of impulse response functions, that indicate that R&D expenditures or average years of schooling have a negligible impact on real GDP per capita. As for the response of R & D expenditures and average years of total schooling in relation to shocks to the other variables considered in model, they also reveal to be unimportant.

Keywords: research and development, education, economic growth, Portugal, VAR

JEL Classification: I21, O11, O32, O40

Índice

1. Introdução	1
2. Capital Humano, Inovação/Imitação e Crescimento Económico: breve revisão da literatura.....	4
3. Análise comparada da situação portuguesa: produto/productividade, I&D e educação	9
3.1 Crescimento económico: produto e produtividade	9
3.2 Capacidade de Inovação/Imitação – Investigação e Desenvolvimento (I&D), patentes e artigos publicados	14
3.3 Capital humano : a escolaridade da população portuguesa	16
4 Metodologia e resultados.....	18
5 Conclusões.....	27
Lista de referências bibliográficas	30
Anexos	32

Índice de Quadros

Quadro 1: PIB real per capita em PPC em relação à média da UE-28 (=100) entre 1995-2010.....	11
Quadro 2: A evolução da Produtividade Total dos Fatores entre 1995-2010 (%)	13
Quadro 3: Número de Cientistas e Engenheiros: Portugal e UE27, 2000-2013 (em milhares)	15
Quadro 4: Resultados do teste ADF	20
Quadro 5: Resultados do teste KPSS	21
Quadro 6: Seleção dos desfasamentos para a análise de cointegração	21
Quadro 7: Resultados dos testes de cointegração de Johansen	22
Quadro 8: Seleção dos desfasamentos a incluir no modelo Δ VAR.....	23

Quadro 9: Resultados da Estimação do modelo Δ VAR	24
Quadro A.1: Descrição das variáveis incluídas no VAR	35
Quadro A.2: Estatísticas Descritivas das Variáveis	36
Quadro A.6: Autocorrelação dos erros do modelo Δ VAR	36
Quadro A.7: Processo ARCH do modelo Δ VAR.....,,,,,	36
Quadro A.8: Normalidade dos Resíduos do modelo Δ VAR.....	37

Índice de Figuras

Figura 1: Resultado das Estimações das Funções Impulso – Resposta	26
Figura A.1: Evolução do Investimento, público e privado, em I&D: Portugal e UE28, 1980-2013 (em percentagem do PIB)	32
Figura A.2: Evolução da despesa em I&D, por setores: Portugal e UE28, 2000-2013 (em milhares de euros)	32
Figura A.3: Evolução de pedidos de patentes ao IEP: Portugal e UE28, 2000-2012 (em bilhões de euros de despesa interna bruta em I&D)	33
Figura A.4: Evolução do número de artigos científicos e técnicos publicados: Portugal e UE28, 1980-2011	33
Figura A.5: Anos médios de escolaridade total: Portugal e UE28, 1980-2010	34
Figura A.6: Anos médios de escolaridade primária, secundária e terciária: Portugal e UE28, 1980-2010	34
Figura A.7: Diplomados no ensino superior, por área de educação: Portugal e UE27, 2000 e 2010	35

1. Introdução

Após décadas de evolução, desde o modelo de Solow da década de 50 (Solow, 1956) aos modelos de crescimento de segunda geração da década de 90 (Romer, 1990; Aghion e Howitt, 1992; Jones, 1995) parece ser consensual no âmbito da literatura do crescimento económico que o comportamento do produto no longo prazo, pelo menos nas economias mais desenvolvidas, é determinado sobretudo pela evolução da produtividade e não pela acumulação de fatores (Hall e Jones, 1999; Jones, 2002). Por sua vez, a evolução da produtividade depende em grande medida dos esforços de investigação (inovação e imitação) realizados e da disponibilidade de capital humano (Canton, Minne, Nieuwenhuis, Smide Van der Steeg, 2005), ou seja, o progresso tecnológico/evolução da produtividade resulta da atividade intencional de um sector de investigação e desenvolvimento (I&D), que utiliza o conhecimento existente e o capital humano como *inputs*. Não é assim possível ignorar o papel deste último como fator de produção de novas ideias e facilitador da absorção de outras já desenvolvidas, podendo constituir um estímulo (ou um entrave, na sua ausência) às atividades de I&D e, conseqüentemente, ao crescimento económico. Com efeito, vários estudos anteriores mostram que o capital humano na forma de educação é essencial para as atividades de I&D, como revisto em Goni e Maloney (2014).

O conceito de capital humano surgiu na década de 1960, criado por Theodore W. Schultz e desenvolvido e popularizado por Gary S. Becker. De acordo com Gary S. Becker, economista da Universidade de Chicago galardoado com o Prémio Nobel da Economia em 1992 pelo seu trabalho pioneiro desde a década de 60, o capital humano deve ser entendido como as competências e conhecimentos que um indivíduo adquire ao longo da sua vida, cuja aquisição advém da experiência, formação profissional, saúde e, principalmente, da educação formal. Cada vez mais o capital humano tem um papel fundamental no crescimento económico: ao trabalhar-se de forma mais eficiente e inteligente, pode-se aumentar a produtividade, individual e dos restantes fatores de produção. Nesta perspetiva, o capital humano deve ser considerado também como um fator de produção, acrescendo aos tradicionais capital físico e trabalho, quer de bens finais quer de conhecimento. Maiores níveis de instrução proporcionam maior produtividade, pois reduzem custos e tempo de execução e aumentam a qualidade do produto, além disso maiores níveis de instrução permitem novas criações e

melhoramentos tecnológicos e facilidade de absorção dos mesmos, permitindo difusão tecnológica, levando a que o capital humano seja um fator crítico para a sustentação da capacidade de inovação e imitação de uma economia e logo do crescimento sustentado. Autores como Nelson e Phelps (1966), Abramovitz (1986), Barro e Sala-i-Martin (1997) vêm de encontro a esta ideia, afirmando que o capital humano é a fonte para o progresso tecnológico e que este é o motor de crescimento económico. Num trabalho de meados da década de 90, os autores Jess Benhabib e Mark Spiegel (Benhabib e Spiegel, 1994) vão mais longe em termos da análise empírica dos diferentes papéis que o capital humano pode assumir enquanto motor do crescimento económico, concluindo que, nos países desenvolvidos, o capital humano só se apresenta fortemente correlacionado com a taxa de crescimento do produto no longo prazo quando aquele está associado à capacidade de inovação da economia.

Desde o início do novo milénio que a economia portuguesa tem registado um fraco desempenho em termos do seu produto per capita, do qual resultou inclusive uma interrupção no processo de convergência real relativamente aos seus parceiros europeus mais ricos, situação agravada com o pedido de assistência económica e financeira em maio de 2011 e a permanência da Troika até junho de 2014 (Simões, Duarte e Andrade, 2014). As perspetivas em termos de crescimento económico são também fracas, sendo importante por isso identificar o contributo de fatores que possam inverter esta tendência. De acordo com a moderna teoria do crescimento económico, o aumento da produtividade via maior capacidade de inovação e imitação parece ser um candidato fundamental. Para aumentar a sua capacidade de inovação e imitação e assim conseguir alcançar um crescimento económico sustentado, em particular através de maior dinamismo em termos de I&D, Portugal precisa, de acordo com a literatura económica, de uma disponibilidade adequada de capital humano. Contudo, os níveis de escolaridade da população portuguesa continuam muito baixos em termos relativos. De acordo com os dados do Eurostat, a qualificação média da força de trabalho em Portugal é consideravelmente inferior aos outros países pertencentes à UE28. Em 2013, apenas 43,6% da população ativa apresentava qualificações iguais ou superiores ao ensino secundário, e apesar da evolução positiva registada nas duas últimas décadas, Portugal ainda se encontra muito abaixo da UE28, que regista um valor deste indicador de 78,7%. Já no que respeita o investimento em I&D, Portugal registava uma despesa de 2.322 milhões de euros, que correspondia a 1,36% do PIB. Apesar de ter duplicado o seu investimento em I&D em uma década, Portugal ainda se encontra abaixo da média

da despesa em I&D da UE28, que regista 2,02% do PIB. Portugal tem também recomendações específicas elaboradas pela Comissão Europeia no âmbito da Estratégia Europa 2020 no que respeita a estas duas dimensões. Os objetivos gerais da Estratégia Europa 2020 correspondem a alcançar um crescimento eficiente, sustentado e inclusivo, através do conhecimento, da inovação, da educação, da sociedade digital, bem como do aumento da taxa de participação no mercado de trabalho e aquisição de qualificações. No campo de inovação, que passa pelo reforço da I&D, Portugal tem como meta alcançar valores de I&D entre 2,7% e 3,3% do PIB, ou seja, os 1,36% registado em 2013 estão ainda bastante aquém desta meta. No campo de educação, Portugal tinha, em 2013, uma taxa de abandono escolar precoce de 19,2 %, sendo 10% a meta definida pela Estratégia 2020. Ainda neste campo, a população com ensino superior ou equiparada entre 30-34 anos representava 29,2% em 2013, sendo 40% o objetivo definido para 2020.

Urge assim perceber se as atividades em I&D têm efetivamente contribuído para o crescimento do produto português, como previsto pela teoria do crescimento, e em que medida a disponibilidade de capital humano na forma de educação tem constituído um estímulo ou um entrave a essa relação. Neste trabalho pretende-se assim testar a hipótese de que a inovação e imitação tecnológica, na forma de despesas em I&D, tem um papel fundamental no crescimento do produto em Portugal, dependendo aquela relação por sua vez da disponibilidade de capital humano, fator essencial para a produção de novas ideias. Para o efeito estimar-se-á um modelo VAR com três variáveis, o produto real per capita, as despesas em I&D e os níveis de escolaridade da população portuguesa para o período de 1980 a 2013. Através da estimação do modelo VAR analisar-se-á a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis em estudo, bem como o sentido da causalidade das relações entre elas, aplicando a metodologia de Granger e através da análise de funções impulso-resposta.

O presente trabalho está organizado da forma que a seguir se descreve. Após a Introdução, a secção 2 contém uma breve revisão da literatura sobre a relação entre capital humano, inovação/imitação e crescimento económico. Na secção 3 é realizada uma análise descritiva da evolução da escolaridade da população em Portugal, bem como das despesas em I&D, e do produto comparativamente à UE28. A secção 4 contém o modelo empírico e resultados. Finalmente, na secção 5 apresentam-se as principais conclusões deste trabalho.

2. Capital Humano, Inovação/Imitação e Crescimento Económico: breve revisão da literatura

A tecnologia e o seu progresso são os resultados essenciais das atividades de inovação e imitação e o principal motor do crescimento económico nas economias modernas. Desde 1934 com Joseph Schumpeter e, mais tarde, em 1956 com Robert Solow, que o progresso tecnológico foi reconhecido como o motor do crescimento e desenvolvimento económico, na sua qualidade de promotor de ganhos de produtividade. Grossman e Helpman (1994) defendem que, para superar os aparentes “limites de crescimento”, a melhor opção de um país será apostar nas melhorias tecnológicas. E, à semelhança de Schumpeter e Solow, observam que a tecnologia tem servido de alavanca para a melhoria dos padrões de vida. Num manual recente sobre a teoria do crescimento económico, David Weil (Weil, 2013) decompõe o estudo dos fatores que explicam o crescimento económico na acumulação de fatores (capital físico, capital humano e crescimento da população), na produtividade (taxa de produtividade e tecnologia) e nos principais determinantes que estão subjacentes às diferenças de acumulação de fatores e produtividade entre países (cultura, localização, entre outras). Segundo Weil (2013), a explicação mais simples para as diferenças de rendimento entre países tem por base as diferenças na acumulação de fatores de produção. Em países desenvolvidos observa-se maior disponibilidade de infra-estruturas, maquinaria e computadores, bem como uma melhor educação e formação do capital humano. Quando as diferenças de rendimento nestes países não são explicadas pela acumulação de fatores, a alternativa será a produtividade dos mesmos. Por sua vez, o progresso tecnológico é o principal fator que explica o crescimento da produtividade durante longos períodos de tempo. Os elevados padrões de vida dos países desenvolvidos são o resultado da criação de novos produtos e novas formas de produção. Tal como a acumulação de capital físico e humano, o progresso tecnológico requer a utilização de recursos, nomeadamente gastos com investigação e desenvolvimento (I&D).¹

De acordo Romer (1990) e Lichtenberg (1992) as despesas em I&D têm sido uma das principais estratégias para assegurar o progresso técnico e portanto inovação/imitação e crescimento económico, demonstrando a existência duma relação

¹A eficiência também é objeto de estudo de Weil, pois apesar do uso de tecnologias idênticas há nítidas diferenças nos valores de produção entre países, sendo essencial uma eficiente gestão. O crescimento económico depende essencialmente da acumulação de fatores, da tecnologia e eficiência, sendo estes os únicos determinantes imediatos de rendimento.

positiva entre despesas em I&D e produto. Em estudos mais recentes, como o de Jones (2002), o crescimento a longo prazo resulta da descoberta de ideias em todo o mundo, o que por sua vez depende do crescimento populacional. Neste artigo, o autor estuda as fontes de crescimento dos Estados Unidos, onde pelo menos nos últimos 50 anos a visão convencional de que a economia dos EUA está perto de sua trajetória de longo prazo de crescimento com equilíbrio de estado estacionário é desafiada por duas mudanças notáveis. Primeiramente, a acumulação de competências através da educação formal, que podem ser associadas a investimentos em capital humano, aumentou substancialmente. Em segundo lugar, a busca de novas ideias tem-se intensificado. Uma fração crescente de trabalhadores nos Estados Unidos e em toda a OCDE é composto por cientistas e engenheiros envolvidos em atividades de I&D. Segundo Jones (2002), numa primeira instância a taxa de crescimento da economia sobe temporariamente para de seguida voltar ao seu valor original, mas o nível de rendimento será continuamente mais elevado. Esta alteração, em muitos modelos de crescimento endógeno, deve conduzir a um aumento permanente na própria taxa de crescimento. No longo prazo, o stock de ideias é proporcional ao esforço da investigação e desenvolvimento (I&D) em todo o mundo e consequentemente proporcional à população total de países inovadores. No seu trabalho de 2005, Jones foca que mais investigação (I&D), implica mais investigadores, levando à criação de mais ideias e consequentemente mais rendimento e crescimento. Mas levanta questões sobre a continuidade do elevado crescimento, podendo existir no futuro um período de estagnação da criação de novas ideias.

Há assim uma crescente necessidade, nas economias mais desenvolvidas, de criar novos produtos e melhorar os já existentes, de forma a aumentar os padrões de vida da população via a promoção do crescimento económico. O capital humano é a origem para pensamentos inovadores, para a fácil aprendizagem da utilização da tecnologia e para a transmissão de conhecimentos.

Neste sentido, o capital humano tem sido um fator incontornável, presença constante nos estudos com o objetivo de explicar a inovação e a sua relação com o crescimento económico. Solow (1956) baseia-se num modelo neoclássico tradicional, onde a acumulação de capital físico, a força de trabalho e as alterações tecnológicas impulsionavam o crescimento económico. Neste modelo, a acumulação de capital físico apresentava rendimentos marginais decrescentes que dificultavam a explicação do crescimento do produto no longo prazo. Esta limitação levou à conclusão que, no longo prazo, o crescimento económico era unicamente impulsionado pelo progresso técnico,

contudo uma variável exógena do modelo. Também nenhuma explicação foi dada a respeito dos fatores que contribuíam para a melhoria contínua do progresso técnico. O modelo de Solow ou modelo neoclássico é contudo modelo de referência para os modelos que se seguiram. Mankiw, Romer e Weil (1992) “aumentaram”o modelo neoclássico de crescimento de Solow, incluindo a acumulação de capital humano, que igualmente apresentava rendimentos marginais decrescentes. Esta extensão permitiu explicar as diferenças dos níveis de rendimentos, que anteriormente apenas se sustentavam na acumulação de capital físico. Contudo, à semelhança do modelo de Solow, este modelo continuou incapaz de explicar o crescimento do produto a longo prazo.

No sentido de resolver as limitações do modelo neoclássico, em que o único motor de crescimento era o progresso tecnológico, contudo exógeno, surgem os modelos de crescimento endógeno, distinguidos em duas gerações. Nos modelos (endógenos) de primeira geração, Romer (1986) e Lucas (1988) colocam como importante fonte de crescimento económico a acumulação de capital humano. Romer (1986) diz que é a existência de externalidades positivas, resultantes da acumulação de capital físico, que conduz a rendimentos crescentes à escala, acabando por gerar um crescimento sustentado. Segundo Lucas (1988), a fonte de crescimento é a externalidade (positiva) da aprendizagem, pois o investimento em capital humano leva a benefícios para o indivíduo, mas também benefícios sociais involuntários, quer isto dizer que para além do trabalhador, há benefícios para os trabalhadores que contactam com ele. Já nos modelos de segunda geração, Romer (1990) e Jones (1995), concluem que o que impulsiona o crescimento económico é a criação de novas ideias produzidas pelo capital humano. No modelo de crescimento de Romer (1990), o progresso tecnológico é endógeno, e visto como um bem que pode ser apropriado privadamente, possibilitando diversos países a ter diferentes taxas de rendimento. Estas taxas dependem essencialmente do stock de capital humano da economia. Segundo Jones (1995), o crescimento económico está diretamente correlacionado com o crescimento do produto, que por sua vez está correlacionado com a criação de novos projetos através da investigação (I&D). Este modelo faz mais sentido para economias avançadas, pois o crescimento económico depende da criação de novas ideias e estas estão implícitas em capital humano mais qualificado, como é referido o caso dos cientistas e engenheiros.

De acordo com estes os modelos, é consensual que o capital humano é fundamental para a sustentação da capacidade de imitação. Os modelos com difusão

tecnológica, por exemplo Nelson e Phelps (1966), Abramovitz (1986), Barro e Sala-i-Martin (1997), introduzem uma ideia central para a moderna teoria do crescimento económico, de acordo com a qual a educação, enquanto fonte primordial do capital humano, está interligada com o progresso tecnológico, na medida em que permite novas criações e melhoramentos tecnológicos e facilidade de absorção das mesmas. A imitação tecnológica tem custos menores do que a inovação, permitindo aos países que se encontram aquém da fronteira tecnológica um mais rápido processo de difusão tecnológica e conseqüentemente um rápido crescimento ao nível tecnológico relativamente aos líderes tecnológicos.

Jess Benhabib e Mark Spiegel em trabalhos das décadas de 90 e 2000, vão mais longe em termos da análise empírica dos diferentes papéis que o capital humano pode assumir enquanto motor do crescimento económico. Em Benhabib e Spiegel (1994), com uma amostra *cross-country* de 78 países para o período de 1960-1985, os autores estimam uma função de produção agregada do tipo Cobb-Douglas onde os fatores de produção são o L (trabalho), K (capital) e H (Capital humano) e a variável dependente Y (rendimento per capita). Os autores concluem que, nos países desenvolvidos, o capital humano só se apresenta fortemente correlacionado com a taxa de crescimento do produto no longo prazo quando aquele está associado à capacidade de inovação da economia, deste modo o capital humano enquanto fator de produção de bens finais tem pouco significado para o crescimento económico e inclusive apresenta um coeficiente estimado negativo nestes países. Benhabib e Spiegel (2002) generalizam o modelo de difusão tecnológica, facilitada pelo capital humano, de Nelson e Phelps (1966) e com uma amostra de 84 países para o período de 1960-1995 derivam uma especificação não linear para o crescimento da produtividade total dos fatores. A PTF tem por princípio uma forte difusão tecnológica, prevendo um “catch-up” positivo na taxa de crescimento, sendo que países com um pequeno stock de capital apresentem um crescimento mais lento na produtividade total dos fatores. Dos 84 países, 27 tem capital humano baixo, e destes 27 países, 22 apresentaram uma taxa de crescimento mais lenta que o país líder (Estados Unidos) contrastando acentuadamente com a amostra geral, em que 49 dos 84 países obtiveram taxa de crescimento da produtividade total dos fatores mais rápida que o país líder, apoiando assim a ideia que o capital humano exerce um efeito positivo sobre a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores. Outros autores, Wilson e Briscoe (2004), realizam um estudo onde analisam os elos entre o ensino e formação de

um país e o seu crescimento, enfatizando a importância de medir alterações na qualidade do trabalho, como melhoria das qualificações e aptidões, que são necessárias para a I&D, para explicar o crescimento económico a longo-prazo. O impacto desta acumulação de conhecimento leva as empresas a anteciparem crescimento e a investir em capital físico e I&D, mas as empresas que investem mais não vão necessariamente, ser associadas com os trabalhadores mais qualificados. Concluem que o investimento em educação tem um impacto positivo e significativo sobre o crescimento económico. O investimento em educação tem efeitos indiretos como externalidades de ordem tecnológica, logo melhorias de ordem tecnológica dependem de indivíduos qualificados, alertando que os governos precisam de prover incentivos às empresas para continuar a fazer investimentos na educação e formação dos trabalhadores que aumenta as suas capacidades inovadoras.

Para Portugal, Teixeira e Fortuna (2004), realizaram um estudo para o período de 1960-2001, avaliando a evolução da produtividade total dos fatores, de capital humano e das despesas em I&D, através de uma análise de cointegração. Concluindo que neste período o capital humano foi mais significativo do que a capacidade de inovação interna (stock interno de conhecimento) para a produtividade portuguesa. A elasticidade da produtividade total dos fatores com respeito ao stock de capital humano era 0,12 pontos percentuais superiores à elasticidade da produtividade total dos fatores com respeito ao stock interno de conhecimento. Teixeira e Fortuna afirmam uma relação estável de longo prazo entre a produtividade, o capital humano e a capacidade de inovação interna e que o capital humano é de extrema importância para o crescimento económico português, tanto diretamente, através do seu impacto sobre a produtividade e, indiretamente, através da sua relação com os esforços de inovação. Para o mesmo período (1960-2001), estas autoras realizaram um estudo em 2010, estendendo o estudo de 2004 através do acréscimo da componente comércio externo, onde verificam que todas as variáveis têm impacto positivo na produtividade total dos fatores. Sendo que, o capital humano tem um impacto mais significativo sobre a produtividade total dos fatores do que as despesas em I&D. Mas as autoras afirmam que, as despesas em I&D por intermédio das importações de maquinaria e outros equipamentos, são substanciais e que o conhecimento tecnológico estrangeiro e as competências são complementares e não substitutos para o crescimento económico.

A literatura sobre este tema é vasta, mas parece consensual que, investindo em capital humano e atividades promovedoras de desenvolvimento, como as despesas em I&D, podem-se criar novas ideias para produtos diferenciados, bem como melhorar os existentes. Aumentar e melhorar a atividade tecnológica e a qualidade de capital humano facilita a absorção e difusão tecnológica e gera inovação/imitação e estes têm sido fatores potenciadores do crescimento económico.

3. Análise comparada da situação portuguesa: produto/produktividade, I&D e educação

Esta secção tem por objetivo contextualizar a situação portuguesa para o período de 1980-2013 relativamente ao produto/produktividade, I&D e escolaridade da população, dependendo da disponibilidade temporal dos dados. O enquadramento histórico, a análise e a interpretação de informação da situação portuguesa terá como termo de comparação a média da União Europeia a 28 países.

Apresenta-se primeiramente o produto/produktividade, analisando a evolução do PIB real per capita e da produtividade total dos fatores. Posteriormente, é analisada a capacidade de inovação e imitação a partir das despesas realizadas em I&D, de patentes e artigos científicos publicados. Finalmente, será analisada a evolução do capital humano a partir do nível de escolaridade da população portuguesa, em termos de evolução e características face à UE28.

3.1 Crescimento económico: produto e produtividade

O objetivo deste trabalho é avaliar o contributo da educação e da I&D para o crescimento do produto, principal indicador da melhoria do nível de vida da população portuguesa. Coe e Helpman (1993) observaram que as despesas em investigação de cada país influenciam significativamente a produtividade de outros países, cerca de 25% dos benefícios do investimento em I&D dos países de maior dimensão revertem para outros países. Estes autores verificam que em economias industrializadas de menor dimensão, as despesas em I&D realizadas por economias industrializadas de maior dimensão têm um impacto maior sobre a produtividade destas pequenas economias do que os seus próprios esforços de investigação. Sendo Portugal um país de pequena dimensão, essencialmente seguidos em termos tecnológicos (imitação), é pertinente

analisar previamente o comportamento do respetivo produto e da produtividade, numa perspectiva comparada.

Analisando o Quadro 1, que contém o PIB real per capita em Paridade do Poder de Compra (PPC) em relação à média da UE28 (100), em períodos regulares de 5 anos a partir de 1995², bem como as respetivas taxas médias de crescimento anual, podemos constatar que o PIB real per capita dos vários estados membros é bastante assimétrico entre eles ao longo da nossa análise. Segundo estes dados, a Roménia foi o país que teve a maior variação média anual negativa (-4,82%), mas também o que mais cresceu (7,39%).

² Período de análise será a partir de 1995, devido à falta de dados para os anos anteriores, referentes aos 28 países da UE.

**Quadro 1: PIB real per capita em PPC em relação à média da UE-28 (=100)
entre 1995-2010**

Países	PIB real per capita 1995	PIB real per capita 2000	PIB real per capita 2005	PIB real per capita 2010	Taxa média de crescimento anual 1995-2000 (%)	Taxa média de crescimento anual 2000-2005 (%)	Taxa média de crescimento anual 2005-2010 (%)	Taxa média de crescimento anual 1995-2010 (%)
Alemanha	128	118	116	119	-1,61%	-0,34%	0,51%	-0,48%
Áustria	132	131	125	126	-0,15%	-0,93%	0,16%	-0,31%
Bélgica	127	125	119	119	-0,32%	-0,98%	0,00%	-0,43%
Bulgária	34	29	36	44	-3,13%	4,42%	4,10%	1,73%
Chipre	92	92	99	102	0,00%	1,48%	0,60%	0,69%
Croácia	45	49	58	59	1,72%	3,43%	0,34%	1,82%
Dinamarca	130	131	123	126	0,15%	-1,25%	0,48%	-0,21%
Eslováquia	47	49	60	74	0,84%	4,13%	4,28%	3,07%
Eslovénia	73	79	86	83	1,59%	1,71%	-0,71%	0,86%
Espanha	91	97	101	97	1,29%	0,81%	-0,80%	0,43%
Estónia	36	43	60	63	3,62%	6,89%	0,98%	3,80%
Finlândia	107	117	116	115	1,80%	-0,17%	-0,17%	0,48%
França	118	115	110	108	-0,51%	-0,89%	-0,37%	-0,59%
Grécia	85	85	91	87	0,00%	1,37%	-0,89%	0,16%
Hungria	50	54	62	65	1,55%	2,80%	0,95%	1,76%
Irlanda	102	131	145	129	5,13%	2,05%	-2,31%	1,58%
Itália	122	118	107	104	-0,66%	-1,94%	-0,57%	-1,06%
Letónia	33	36	51	53	1,76%	7,21%	0,77%	3,21%
Lituânia	36	41	53	60	2,64%	5,27%	2,51%	3,46%
Luxemburgo	223	250	242	253	2,31%	-0,65%	0,89%	0,85%
Malta	88	85	81	86	-0,69%	-0,96%	1,21%	-0,15%
Países Baixos	127	140	133	135	1,97%	-1,02%	0,30%	0,41%
Polónia	42	47	50	62	2,28%	1,25%	4,40%	2,63%
Portugal	76	79	80	81	0,78%	0,25%	0,25%	0,43%
Reino Unido	117	121	125	108	0,67%	0,65%	-2,88%	-0,53%
Rep. Checa	77	72	80	81	-1,33%	2,13%	0,25%	0,34%
Roménia	32	25	35	50	-4,82%	6,96%	7,39%	3,02%
Suécia	126	130	124	126	0,63%	-0,94%	0,32%	0,00%
UE 28	100	100	100	100	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Eurostat e Pordata.

Segundo a distância do PIB real per capita de cada estado membro em relação à UE28, é possível uma distinção em três grupos. A maioria dos estados membros, ao longo do período em análise, apresenta um PIB real per capita abaixo da média da UE28, as exceções encontram-se nos países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Reino Unido e Suécia (grupo 1), o que equivaleria à UE15, grupo composto pelos estados membros mais antigos, excluindo Espanha, Grécia e Portugal. A Bulgária, Croácia, Eslováquia,

Estónia, Hungria, Letónia, Lituânia, Polónia e Roménia (grupo 3) são os países que apresentam um PIB real per capita mais baixo entre os estados membros, enquanto as taxas médias de crescimento são em geral superiores aos remanescentes países, prevendo-se convergência relativamente à UE28. O segundo grupo é constituído pelos restantes países, Chipre, Eslovénia, Espanha, Grécia, Malta, Portugal e República Checa (grupo2), que apresentam um PIB real per capita inferior à União Europeia (100), mas acima do valor 75.

À exceção da Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Itália e Reino Unido (dos países que apresentam maiores valores do PIB real per capita, tendo em consideração a UE28 (100)), a maioria dos países em análise apresenta aumentos em termos do PIB real per capita, notando-se convergência para os valores da União Europeia a 28 países (100).

Segue-se a análise da evolução da produtividade total dos fatores (PTF), estando em índice com base do ano 2010, em períodos regulares de 5 anos a partir de 1995³, bem como as respetivas taxas médias de crescimento anual. A partir do Quadro 2, observa-se que a maioria dos países teve uma taxa média de crescimento 1995-2000, 2000-2005 positiva. Já no que diz respeito à taxa de crescimento de 2005-2010 verifica-se o oposto, todos os países, à exceção da Alemanha, Áustria, Eslováquia, Países Baixos, Polónia, Portugal, República Checa e Suécia, mostram uma variação média anual negativa, que pode ser justificado com a crise de 2007. Segundo estes dados a Letónia apresenta a maior taxa média de crescimento (8,22%, 1995-2000) e a Estónia a menor (-2,26%, 2005-2010), mas tendo em conta o período de 1995 a 2010, ou seja, os quinze anos em análise é a Letónia que apresenta a maior taxa média de crescimento (4,14%) e a Itália a menor (-0,04%).

³ Período de análise será a partir de 1995, devido à falta de dados para os anos anteriores, referentes aos 28 países da UE.

Quadro2: A evolução da Produtividade Total dos Fatores entre 1995-2010 (%)

Países	PTF 1995	PTF 2000	PTF 2005	Taxa média de crescimento 1995-2000 (%)	Taxa média de crescimento 2000-2005 (%)	Taxa média de crescimento 2005-2010 (%)	Taxa média de crescimento 1995-2010 (%)
Alemanha	94,07	96,36	97,99	0,48%	0,34%	0,41%	0,41%
Áustria	89,67	95,86	99,10	1,34%	0,67%	0,18%	0,73%
Bélgica	91,21	97,21	100,26	1,28%	0,62%	-0,05%	0,62%
Bulgária	89,06	94,40	105,90	1,17%	2,33%	-1,14%	0,78%
Chipre	99,88	106,11	105,73	1,22%	-0,07%	-1,11%	0,01%
Croácia	89,40 ^o	99,68	110,35	2,20%	2,05%	-1,95%	0,75%
Dinamarca	92,45	100,43	103,39	1,67%	0,58%	-0,67%	0,52%
Eslováquia	71,74	75,83	88,59	1,12%	3,16%	2,45%	2,24%
Eslovénia	79,58	91,90	101,06	2,92%	1,92%	-0,21%	1,53%
Espanha	99,98	101,92	100,59	0,38%	-0,26%	-0,12%	0,00%
Estónia	78,55	98,89	112,11	4,71%	2,54%	-2,26%	1,62%
Finlândia	82,05	95,03	101,19	2,98%	1,26%	-0,24%	1,33%
França	92,31	98,54	100,65	1,31%	0,43%	-0,13%	0,53%
Grécia	87,18	97,14	106,64	2,19%	1,88%	-1,28%	0,92%
Hungria	87,86	93,74	105,73	1,31%	2,44%	-1,11%	0,87%
Irlanda	82,50	101,28	105,10	4,19%	0,74%	-0,99%	1,29%
Itália	100,67	105,11	103,52	0,87%	-0,30%	-0,69%	-0,04%
Letónia	54,38	80,71	106,23	8,22%	5,65%	-1,20%	4,14%
Lituânia	65,99	80,49	103,03	4,05%	5,06%	-0,60%	2,81%
Luxemburgo	97,51	106,61	104,69	1,80%	-0,36%	-0,91%	0,17%
Malta	89,06	100,82	102,75	2,51%	0,38%	-0,54%	0,78%
Países Baixos	89,21	96,27	98,92	1,53%	0,55%	0,22%	0,76%
Polónia	70,32	83,42	93,50	3,48%	2,31%	1,35%	2,38%
Portugal	94,26	99,42	98,05	1,07%	-0,28%	0,40%	0,39%
Reino Unido	86,33	93,16	100,97	1,53%	1,62%	-0,19%	0,98%
Repúb. Checa	81,71	85,18	96,39	0,83%	2,50%	0,74%	1,36%
Roménia	70,08	73,72	103,26	1,02%	6,97%	-0,64%	2,40%
Suécia	80,82	90,73	98,67	2,34%	1,69%	0,27%	1,43%
UE 28	90,08^o	96,49	100,31	1,38%	0,78%	-0,06%	0,70%

^o Os dados iniciais da croácia e UE28 referem-se a 1996.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados da AMECO, unidade 2010=100.

3.2 Capacidade de Inovação/Imitação – Investigação e Desenvolvimento (I&D), patentes e artigos publicados

Em Portugal as atividades relacionadas com a ciência e investigação, desde que foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia em 1995⁴, têm registado aumentos tanto quantitativos como qualitativos.

As medidas das atividades tecnológicas decompõem-se em dois grupos, *input* e *output* tecnológico. Como medidas de *input* tecnológico temos as despesas em Investigação e Desenvolvimento (I&D) e o número de engenheiros e cientistas. Como medidas de *output* tecnológico temos fundamentalmente as patentes e o número de publicações ou artigos científicos. Analisando os *inputs* do setor de I&D, temos primeiramente as despesas em I&D em percentagem do PIB. A figura A.1, em anexo, mostra a evolução do investimento total, público e privado, em I&D em Portugal comparativamente à União Europeia a 28 países entre 1980 e 2013. Este indicador mostra os esforços de Portugal em alcançar os valores da UE28: por exemplo o investimento em I&D passou de 0,141% do PIB em 1980, muito inferior à UE28 que registava 1,122% em 1980, para 0,485% um valor mais próximo da UE28 que era de 1,333 em 1990.⁵ Portugal duplica o investimento em I&D entre 2005 e 2010 convergindo para os valores da União Europeia, tal deve-se à generosidade do sistema de incentivos SIFIDE⁶ e ao financiamento público da I&D empresarial.

Quando analisamos a despesa em I&D por setor de execução de Portugal e da UE28 para o período de 2000 a 2013 (não se encontrando dados referentes à UE28 para os períodos anteriores), figura A.2 em anexo, verificamos que foi o financiamento público que mais contribuiu para o aumento da atividade tecnológica, sendo o ensino superior o principal destinatário tanto para Portugal como para a UE28. Mas é o financiamento privado, embora ajudado pelo Estado, que mais tem crescido passando de 462.015 milhares de euros (0,29% do PIB) em 2005 para 1.104.400 milhares de euros (0,7% do PIB) em 2013, que se refletem bem na figura A.1.

Portugal tem recomendações específicas elaboradas pela Comissão Europeia, determinadas na Estratégia Europa 2020. No campo da Ciência e Tecnologia, Portugal tem como meta alcançar um investimento em I&D que represente valores entre 2,7% e 3,3% do PIB, registando ainda apenas um valor de 1,36% do PIB em 2013.

⁴ Nos dias atuais é designado por Ministério da Educação e Ciência, com a Ciência ligada à Educação

⁵ Este valor coincide com a entrada de Portugal na União Europeia em 1986

⁶ Sistema de Incentivos fiscais à I&D Empresarial

Quanto ao número de Cientistas e Engenheiros, quadro 3, este tem crescido na última década tanto para Portugal como para a UE27. De 2000 a 2013 Portugal sensivelmente duplicou o número de engenheiros e cientistas, mostrando uma melhoria promissora, mas ainda apresenta um número reduzido.

Quadro 3: Número de Cientistas e Engenheiros: Portugal e UE27, 2000-2013
(em milhares)

Anos	Portugal	UE27
2000	119	9124
2001	123	8854
2002	112	8816
2003	121	9058
2004	154	9585
2005	159	10475
2006	156	10881
2007	166	11272
2008	173	11567
2009	176	11864
2010	176	11876
2011	273	15479
2012	263	15673
2013	267	15612

Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Eurostat.

As medidas de *output* tecnológico analisadas são as patentes e os artigos publicados. As patentes medem o nível de inovação de um país, sendo o novo conhecimento objeto de proteção. De acordo com a figura A.3, em anexo, no período em análise, 2000 a 2012, Portugal encontra-se aquém dos valores da UE28; pior ainda o número de pedidos de patentes ao IEP (Instituto Europeu de Patentes) tem vindo a decrescer, o que pode traduzir uma fraca capacidade de traduzir o conhecimento científico e técnico em proveito económico. Analisando o número de artigos científicos e técnicos publicados entre 1980 e 2011, figura A.4 em anexo, Portugal multiplicou o número de artigos publicados por um fator de quase 20: passou de 232 em 1980 para 4621,1 em 2011. A média da UE28 também se multiplicou, mas apenas por um fator de 1,6. Estes valores impressionantes, colocam Portugal mais próximo da média da UE28, e deve-se à melhoria quantitativa e qualitativa das estruturas institucionais, bem como à melhoria do nível educacional que analisar-se-á de seguida.

3.3 Capital humano : a escolaridade da população portuguesa

O capital humano tem sido, desde a década de 60, objeto de análise de inúmeros estudos, refletindo uma preocupação económica e social. Em Portugal, esta crescente preocupação reflete-se nas alterações que o sistema educativo tem sofrido com vista à qualificação escolar da população. Uma das medidas mais frequentemente utilizadas para medir a quantidade de capital humano é o indicador anos médios de escolaridade da população. Na figura A.5 em anexo observa-se a evolução de Portugal e da UE28 em termos dos anos médios de escolaridade total da população com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos no período 1980-2010. É reconhecido e está visível neste gráfico o atraso de Portugal em termos de educação. Portugal, em 1980, apresentava uma média de escolaridade total de 3,72 anos enquanto, para o mesmo período, a UE28 tinha uma média de 7,71 anos. Ao longo destas três décadas, Portugal tem aumentado o valor da média de escolaridade, convergindo para os valores da UE28, sendo exemplo disso os valores do ano de 2010. Em 2010, a média de anos de escolaridade em Portugal era de 7,20 anos face aos 11,24 da UE28.

Para melhor compreender a evolução da reestruturação da educação formal é decomposto a escolaridade total em 3 grupos: primário que engloba o 1º, 2º e 3º ciclo, secundário e ensino superior, figura A.6, em anexo. Analisando a escolaridade primária, 1º ciclo (1º ao 4ºano), 2º ciclo (5º e 6º ano) e 3º ciclo (7º ao 9ºano), esta tem a duração média de 9 anos⁷, sendo a entrada obrigatória para crianças a partir dos 6 anos. Pela figura A.6, Portugal aumentou a sua média de anos de escolaridade primária de 2,71 em 1980 para 4,71 em 2010, registando no ensino primário o maior aumento dos três subgrupos de escolaridade (primário, secundário e terciário), enquanto a UE28 passou de 5,40 para 6,05 anos. Relativamente à evolução dos anos médios de escolaridade secundária (10º ao 12º ano), na mesma figura A.6 em anexo, ao longo do período em análise, 1980-2010, Portugal tem tentado alcançar os valores da UE28. Portugal em 1980 apresentava uma média de anos de escolaridade secundária de 0,90 face aos 2,04 da UE28, sendo que no ano de 2010 Portugal alcançou 2,16 anos, comparativamente aos 4,38 da UE28. Finalmente analisando os anos médios de escolaridade do ensino superior (cursos profissionais superiores, licenciatura, mestrado e doutoramento), podemos observar, pela mesma figura A.6 em anexo, que Portugal tem neste campo

⁷ Em 2009 o ensino obrigatório passou a incluir o ensino primário e secundário, tendo normalmente uma duração de 12 anos.

maior distanciamento dos valores da UE28. Para Portugal, a média de escolaridade terciária era de 0,1 anos em 1980, valor relativamente baixo face aos 0,27 anos da UE28. Enquanto a UE28 apresenta um aumento substancial, alcançando uma média de 0,81 anos, Portugal apenas regista 0,33. Estes valores relativamente baixos dão-se ao facto deste ensino ser facultativo, ou seja não obrigatório, ao facto dos pais apresentarem baixos níveis de escolaridade, à falta de perceção dos elevados retornos que o ensino superior importa, mas também ao elevado investimento financeiro que acarreta.

Se analisarmos os diplomados do ensino superior por áreas de ensino, para o período de 2000 e 2010, figura A.7 em anexo, é visível que, quer em 2000 quer em 2010, o maior número de diplomados se encontra nas áreas de Ciências Sociais, Comércio e Direito, mas em 2010 Portugal já se afasta da média da UE28, que quase duplicou. A área de agricultura tanto na UE27 como em Portugal é a área que forma menos indivíduos. Em 2000, as áreas em que Portugal se encontrava mais próximo da média europeia eram da educação e serviços, em 2010 isso já não se verifica, passando a ser a área da Engenharia, Indústria Transformadora e Construção e da Saúde e Proteção Social que se aproximam da média da UE a 27 países. Os números de diplomados em Portugal encontram-se em todas as áreas abaixo da média da UE27.

Como se disse já, de acordo com recomendações específicas elaboradas pela Comissão Europeia, Portugal deve cumprir alguns objetivos no campo da educação no âmbito da Estratégia 2020. Portugal em 2013 tinha uma taxa de abandono escolar precoce de 19,2 %, sendo 10% a meta colocada pela Estratégia 2020. Ainda neste âmbito a população com ensino superior ou equiparada entre 30-34 anos representava 29,2% em 2013, sendo um registo de 40% o objetivo para 2020.

Em suma, Portugal tem registado aumentos dos anos de escolaridade da sua população, mas tanto na escolaridade primária, secundária e terciária, Portugal apresenta valores muito baixos comparativamente à UE28. Em particular, os baixos níveis de escolaridade secundária e superior podem prejudicar as atividades de imitação e inovação tecnológica, o produto e a produtividade e conseqüentemente o crescimento económico.

4 Metodologia e resultados

O objetivo principal deste estudo consiste em testar a hipótese de que a capacidade de inovação/imitação tecnológica tem um papel relevante na explicação do comportamento do produto em Portugal, dependendo aquela por sua vez da disponibilidade de capital humano, fator essencial para a produção de novas ideias e absorção da tecnologia desenvolvida pelos países líderes em termos tecnológicos.

Para alcançar os objetivos acima descritos, o presente trabalho recorre a séries temporais de forma a analisar em termos econométricos a relação entre a atividade de I&D (*proxy* da capacidade de inovação/imitação), o nível de escolaridade da população (*proxy* do capital humano) e o desempenho macroeconómico em Portugal, medido pelo produto real per capita. Em concreto, estima-se um modelo *VectorAuto-Regressive* (VAR), com dados anuais para o período 1980-2013. Ao estimar-se um modelo específico para um país, Portugal, segundo a metodologia VAR, considera-se todas as variáveis analisadas como endógenas, o que evita a classificação, muitas vezes arbitrária, num quadro de análise de crescimento económico, das variáveis em endógenas ou exógenas. Os modelos VAR são assim uma metodologia adequada para modelar relações entre variáveis interdependentes como é o caso neste estudo. A nossa hipótese principal é que a atividade de I&D afeta o comportamento do produto. No entanto, a própria atividade de I&D pode também ser determinada pelo nível de rendimento dos países, com os países mais ricos a gastarem tendencialmente mais em I&D do que os mais pobres, enquanto a relativa escassez de trabalhadores qualificados poderá desincentivar os esforços de I&D, uma vez que aqueles estarão em piores condições para acompanhar as mudanças tecnológicas e logo de potenciar os efeitos da I&D sobre a produtividade e o produto. Além disso, à medida que um país se torna mais rico tende também a gastar mais em educação e alterações nos níveis de escolaridade podem também estar relacionadas com mudanças tecnológicas, que por sua vez dependem da atividade de I&D: quando esta é reduzida, a capacidade de inovação/imitação é menor e a tecnologia menos produtiva, o que reduz o retorno dos investimentos em capital humano.

A primeira tarefa consistirá no estudo de relações de longo-prazo e por isso ir-se-á estudar a cointegração entre as variáveis analisadas. Escolheremos em primeiro lugar a ordem, p , de defasamentos de um modelo VAR para depois estudarmos a cointegração à Johansen. A cointegração permitirá saber se podemos considerar

relações de longo prazo entre as variáveis consideradas. A partir de modelos VAR, a metodologia proposta por Granger para a análise da causalidade entre as variáveis em estudo e a estimação de funções impulso resposta serão posteriormente aplicadas para determinar o sentido e o sinal da associação entre as variáveis.

O modelo VAR (p), de ordem p geral, é dado por:

$$X_t = \alpha + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde ε_t é um vetor de ordem k com valor esperado $E(\varepsilon_t) = 0$ e o vetor X é composto por k variáveis, especificamente:

$$X = \begin{bmatrix} l_PIB \\ l_DID \\ l_Esc_Tot \end{bmatrix} \quad (2)$$

Onde l_PIB representa o logaritmo do PIB per capita a preços constantes (base= 2011), a *proxy* que representa o comportamento do produto; l_DID corresponde ao logaritmo da despesa em I&D em percentagem do PIB, correspondendo à *proxy* das atividades de inovação/imitação; e l_Esc_Tot , corresponde à *proxy* do capital humano, o logaritmo dos anos médios de escolaridade total da população portuguesa com idades compreendidas entre os 15 e 64 anos. As variáveis utilizadas e as respetivas fontes estão representadas no quadro A.1, em anexo. No quadro A.2, em anexo, encontram-se as estatísticas descritivas das mesmas.

Apresentado o modelo, o primeiro passo na estimação consiste em realizar testes de estacionariedade a cada uma das variáveis, de modo a garantir a robustez das inferências estatísticas, uma vez que a não estacionariedade das variáveis abre a possibilidade não remota de que os resultados sejam espúrios, inclusive as conclusões a respeito da causalidade à Granger entre as variáveis ficam postas em causa. Para analisar a estacionariedade das séries, utiliza-se um teste de raiz unitária, o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF – Augmented Dickey Fuller)⁸, mas tendo em conta a fraca potência deste teste para séries com um número limitado de observações, é aconselhado aplicar o teste de Kwiatkoswaski, Philliips, Schmidt e Shin (KPSS)⁹, que tem como hipótese nula a estacionariedade.

No teste ADF testam-se as seguintes hipóteses para cada variável (Z) do modelo:

⁸Veja-se Dickey and Fuller (1979).

⁹Veja-se: GREENE, William H. - Econometric analysis, 7th ed. Upper Sadle River: Prentice-Hall (2011).

$$\Delta Z = a + \beta T + \delta^* Z_{t-1} + \theta_1 \Delta Z_{t-1} + \theta_2 \Delta Z_{t-k} + u_t \quad (3)$$

H0: $\delta^* = 0$ (raiz unitária)

HA: $\delta^* < 0$ (estacionaridade)

Sempre que não se rejeite H0, será aplicado o teste às primeiras diferenças das variáveis de modo a determinar a ordem de integração (ou diferenciação). O quadro 4 mostra os resultados dos testes ADF. Como se observa no quadro 4, à exceção da variável DID, nenhuma das variáveis é estacionária em nível. O mesmo não se verifica para as primeiras diferenças, onde todas se revelam estacionárias, seja com o teste a incluir ou não a constante. No quadro 4, para a variável DID não se apresenta os resultados sem constante pois não se alteram relativamente aos resultados com constante, pelo que se optou por colocar no quadro 4 apenas as variáveis em que os resultados diferiam consoante se considerou ou não a constante.

Quadro 4: Resultados do teste ADF

Variável	Valor p	Conclusão (estacionária)
I_PIB	0.9789 (CT)	Não
Δ I_PIB	0.1502 (CC)	Não
Δ I_PIB	0.03884 (SC)	Sim
I_DID	0.0001(CT)	Sim
Δ I_DID	0.008002 (CC)	Sim
I_Esc_Tot	0.7519 (CT)	Não
Δ I_Esc_Tot	1.186e-005 (CC)	Sim
Δ I_Esc_Tot	0.05198 (SC)	Não

Notas: CC- com constante, CT – com constante e tendência, SC- sem constante As variáveis em nível foram testadas com constante e tendência, ao passo que as variáveis em diferenças (Δ) foram testadas CC e SC, sendo que as variáveis que apenas se apresentem com constante é devido aos resultados sem constante, não sofrem alterações. Rejeita-se H0: presença de raiz unitária a um nível de significância de 5% quando $\text{valor-} p < 0,05$. Para a determinação do número de desfasamentos a incluir no teste ADF, dado que a inclusão de um número elevado de desfasamentos, ao consumir graus de liberdade, reduz a potência do teste de rejeição da hipótese nula (H0), foi utilizada a regra de Schwert (1989): $\text{int} [4 \times (T/100)^{(1/4)}]$, em que T representa o número de observações existentes na amostra.

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo a dados retirados do GRETL.

Devido às limitações apontadas, recorre-se ainda ao teste Kwiatkoswaski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS). Lembramos que este teste possui como hipótese nula a existência de estacionariedade e hipótese alternativa a não estacionariedade. No Quadro 5 resumem-se os resultados obtidos com a aplicação deste teste (KPSS), a um nível de significância de 10%, 5% e 1%, onde a variável DID não está incluída por já se apresentar estacionária no teste ADF, mas as primeiras diferenças do PIB com constante e a Esc_Tot sem constante apresentam-se não estacionárias. Como se pode observar,

quadro 5, a estes níveis de significância apresentados, todas as variáveis são estacionárias em primeiras diferenças e não estacionárias em níveis. Desta forma, considera-se que, de acordo com os resultados do teste KPSS, as variáveis a incluir no modelo são todas integradas de ordem um, I (1). Apesar de DID ser I (0), este resultado não é relevante para a estimação do modelo VAR.

Quadro 5: Resultados do teste KPSS

Variável	Estatística do teste	Valor Crítico		Conclusão (estacionária)
		10%	5%	
I_PIB	0.218331	0.122	0.149	Não
Δ I_PIB	0.399668	0.354	0,475	Sim
I_Esc_Tot	0.174887	0.122	0.149	Não
Δ I_Esc_Tot	0.375828	0.354	0,475	Sim

Notas: Δ representa a série em primeiras diferenças. Rejeita-se H_0 se a estatística do teste for maior que o valor crítico. Para a determinação do número de defasamentos a incluir no teste KPSS, tal como no teste ADF também se recorreu à regra de Schwert (1989). Os testes foram realizados incluindo tendência apenas nas variáveis em nível. Os níveis de significância considerados foram de 10% e 5% para as variáveis em nível e para as variáveis em primeiras diferenças, respetivamente. Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Seguidamente, será determinado se existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis através da análise da existência de cointegração entre as mesmas. Assim, é pertinente determinar previamente o número ótimo de defasamentos a utilizar no modelo VAR, recorrendo aos critérios de informação AIC, BIC e HQC. Note-se que a omissão de defasamentos causará enviesamento dos estimadores, no entanto, a inclusão de um número excessivo de defasamentos implicará perda de graus de liberdade (testes de fraca robustez) e aumenta o risco de colinearidade. O número máximo de defasamentos utilizados para estes testes foi 4. Através do quadro 6, segundo os critérios BIC e HQC utilizados, é possível verificar que o número ótimo de defasamentos é 1.

Quadro 6 - Seleção dos defasamentos para a análise de cointegração

Defasamentos	Log. da verosimilhança	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	185,76462		-11,584308	-11,023829*	-11,405006*
2	196,62062	0,00984	-11,708042*	-10,727203	-11,394263
3	203,95466	0,10047	-11,596977	-10,195780	-11,148722
4	212,49912	0,04734	-11,566608	-9,745051	-10,983876

Os asteriscos indicam os melhores (isto é, minimizados) valores dos respetivos critérios de informação. Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Encontrado o número ótimo de defasamentos, já estão reunidas as condições para realizar o teste de cointegração de Johansen (1995). Este procedimento emprega dois testes estatísticos para determinar o número de vetores de cointegração, os testes do Traço e L max. Para o primeiro, a hipótese nula (H_0) indica que o número de vetores de cointegração é $r \leq p$, em que r representa o número de vetores e $p = n - 1$ (n é o número de variáveis incluídas), e como hipótese alternativa (H_A): $r = n$. Por sua vez, o teste L max tem como hipótese nula (H_0) a existência máxima de r vetores de cointegração e, como hipótese alternativa (H_A), o número de vetores de cointegração ser igual a $r+1$.

Quadro 7: Resultados dos testes de cointegração de Johansen

Hipótese Nula (H_0)	Hipótese Alternativa (H_a)	valor ρ
Traço		
$r=0$	$r>0$	0.3583
$r \leq 1$	$r>1$	0.7891
$r \leq 2$	$r>2$	0.2388
L-max		
$r=0$	$r=1$	0.2426
$r=1$	$r=2$	0.8540
$r=2$	$r=3$	0.2388

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

No Quadro 7 (com as variáveis PIB, despesas em I&D e anos médios de escolaridade total), apresentam-se os resultados destes testes, observando-se a inexistência de um vetor de cointegração, ou seja a inexistência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. A hipótese nula dos testes Traço $r=0$ não foi rejeitada, ao nível de significância de 10% (valor p superior a 0,1). Pelo teste do L max, observa-se o mesmo resultado, dado que a hipótese nula não é rejeitada, a um nível de significância de 10%. Estes resultados não vão de encontro com as previsões da literatura, segundo as quais I&D e educação são os principais responsáveis por melhorias da produtividade, por sua vez os motores do crescimento do produto no longo prazo. Tal pode estar relacionado com as limitações das variáveis incluídas no modelo como é o caso de as despesas em I&D, serem um input tecnológico, ou seja, um recurso para a inovação e imitação e não um output em si, que apresente um produto ou serviço que leve à melhoria e crescimento do produto nacional. No que diz respeito à variável dos anos médios de escolaridade total, esta não está a originar os efeitos desejados, e tal pode dever-se a questões referidas na seção 3, como as alterações na escolaridade

obrigatória ou à importância que as famílias e indivíduos atribuem à educação, mas também pode dever-se aos níveis de escolaridade ainda demasiado baixos para permitirem aumentar a capacidade de inovação/imitação da economia portuguesa ou ao facto de não conferirem as competências procuradas pelo mercado de trabalho, destacando que ao longo deste trabalho considerou-se esta variável como quantitativa e não qualitativa.

Concluídos os testes de cointegração, não se confirmando a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo e sendo as variáveis I(1), prossegue-se para a análise de relações de curto prazo tendo por base um modelo VAR em primeiras diferenças, o modelo adequado nestas circunstâncias para a aplicação da metodologia proposta por Granger e para a análise das funções impulso resposta.

Em primeiro lugar temos que calcular o número ótimo de defasamentos a incluir no modelo VAR em primeiras diferenças. Este número ótimo corresponde ao valor mínimo dos critérios de informação AIC, BIC e HQC. No Quadro 8, apresentam-se os resultados para a seleção dos defasamentos, onde segundo todos os critérios de informação o número ótimo de defasamentos a incluir no modelo Δ VAR é de um. Assim o modelo a utilizar é um Δ VAR (1):

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Quadro 8: Seleção dos defasamentos a incluir no modelo Δ VAR

Defasamentos	Log. da verosimilhança	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	187,14589		-11,872130*	-11,164908*	-11,650637*
2	188,40853	0,98020	-11,338520	-10,206964	-10,984131
3	194,52301	0,20071	-11,139518	-9,583630	-10,652233
4	210,09621	0,00028	-11,592842	-9,612621	-10,972662

Os asteriscos indicam os melhores (isto é, minimizados) valores dos respectivos critérios de informação.

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETLL.

Para a estimação do modelo Δ VAR e para averiguar se este está bem especificado recorre-se aos testes de Autocorrelação (Teste Q Ljung-Box), quadro A.3, em anexo, verifica-se que todos os valores p são superiores a 0,01, levando à não rejeição da hipótese nula do teste, ou seja, à inexistência de autocorrelação entre as variáveis. No processo ARCH, quadro A.4, que testa a heteroscedasticidade, o valor p, para as três equações, é superior a 0,01, não se rejeita a hipótese nula, logo o modelo é homocedástico. Por último, referente ao teste da normalidade dos resíduos, quadro A.5,

em anexo, observa-se que o valor p é de 0,0000, o que leva à rejeição da hipótese nula, a de existência de normalidade dos resíduos. Contudo, a não existência de normalidade dos resíduos não invalida a qualidade do modelo VAR, nomeadamente a análise de causalidade e funções impulso-resposta. Perante estes resultados, dos testes de especificação conclui-se que o modelo a estimar é adequado.

À estimação do modelo VAR em primeiras diferenças segue-se a análise de causalidade à Granger. Como referido, de acordo com a metodologia de Granger, num modelo VAR a variável x_1 causa a variável x_2 se os respetivos valores desfasados na equação de x_2 forem estatisticamente significativos. A significância estatística individual das variáveis em cada equação é determinada pela análise do t-estatístico, sendo a hipótese nula $|test| > t_{crit}$, com $t_{crit} = 1,96$, ou seja, os coeficientes serem iguais a zero.

Quadro 9: Resultados da Estimação do modelo Δ VAR

Variáveis Explicativas \ Variáveis Dependentes	$\Delta I_PIB (1)$	$\Delta I_DID(2)$	$\Delta I_Esc_Tot(3)$
constante	0.0319343** (2.443)	0.0445252 (0.6266)	0.0289187* (-2016)
ΔI_PIB_1	0.545428 *** (3.575)	0.272152 (0.3282)	0.0912732 (0.5452)
ΔI_DID_1	-0.0463445 (-1.396)	0.256846 (1.423)	0.0151019 (0.4145)
$\Delta I_Esc_Tot_1$	-0.0884795 (-0.5421)	1.19345 (1.345)	-0.116703 (-0.6516)
R^2	0.520302	0.205709	0.099306

Nota: Os símbolos ***,** e * designam que os coeficientes são estatisticamente significativos ao um nível de 1%, 5% e 10%, respetivamente. O valor dentro de () representa o t-estatístico. O ajuste do modelo é tanto melhor, quanto mais próximo de 1 estiver o R^2 .

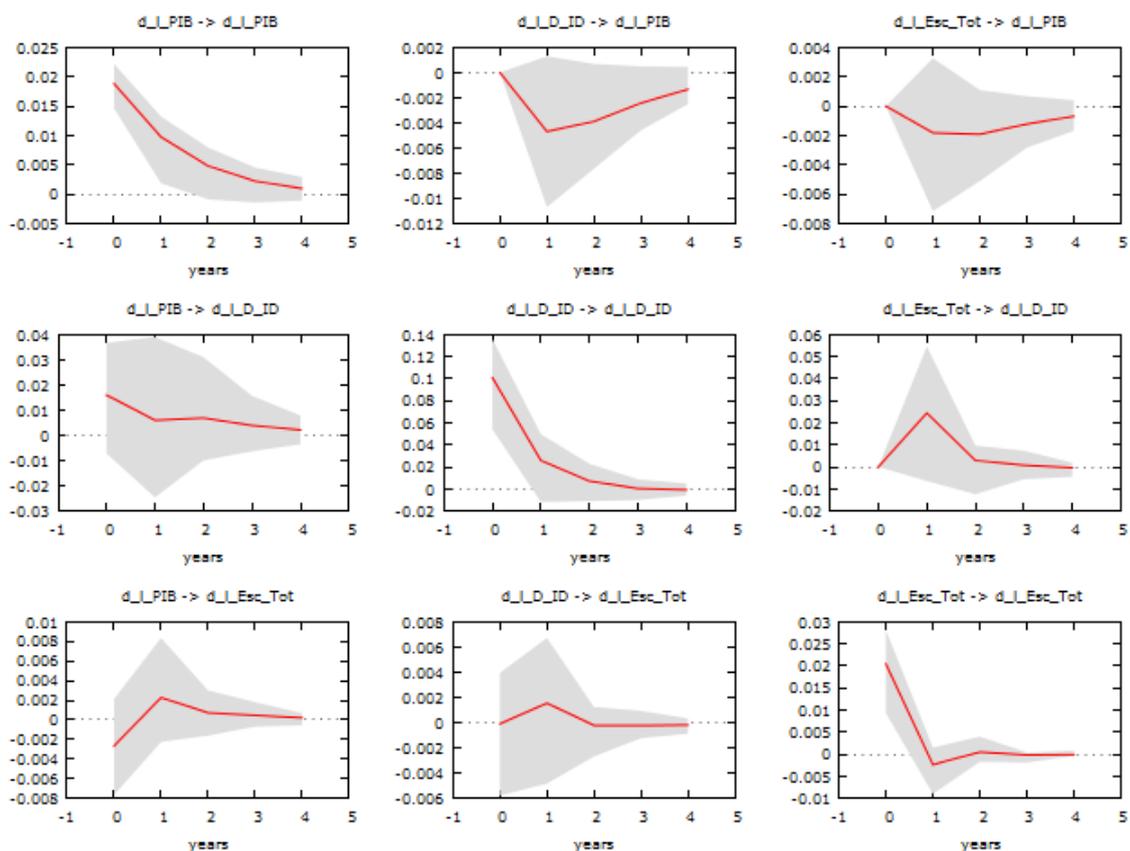
Fonte: Elaborado pela autora, com dados retirados do GRETIL

No quadro 9 encontram-se os resultados relativos à estimação do modelo Δ VAR, onde se pode observar que da estimação da equação (1) resulta um R^2 igual a 0.520302, ou seja, a variação de ΔI_PIB é cerca de 50% explicada pelos próprios desfasamentos e desfasamentos de ΔI_DID e ΔI_Esc_Tot . Quanto às relações de causalidade à Granger, verifica-se a partir da análise da estatística t, que são inexistentes. O crescimento do produto não é estimulado pelo crescimento das despesas em I&D nem pelos anos

médios de escolaridade total da população. O mesmo resultado é verificado para as equações (2) e (3), com as variáveis dependentes ΔI_DID e ΔI_Esc_Tot , respetivamente, ou seja nenhuma das variáveis anteriores é influenciada pelos desfasamentos das restantes variáveis incluídas na respetiva equação. Tratando-se de uma análise de curto prazo, este resultado é menos surpreendente, face à literatura de crescimento económico do que o resultado de inexistência de cointegração, uma vez que a variação das despesas em I&D e dos anos médios de escolaridade pode demorar algum tempo até produzir efeitos sobre o produto: as despesas em I&D realizadas hoje precisam de alguns anos até se traduzirem efetivamente em novos produtos, serviços ou formas de organização que aumentem o produto, bem como a educação obtida apenas contribuirá para uma expansão da atividade económica quando os seus recipientes ingressarem efetivamente no mercado de trabalho. Acresce ainda neste último caso que esta variável altera-se lentamente ao longo do tempo.

Apesar das relações de causalidade entre as variáveis ser inexistente, será feita uma análise de funções impulso-resposta. As funções impulso-resposta permitem analisar o sinal (positivo ou negativo) do impacto e a duração da reação das diferentes variáveis do modelo a um choque exógeno numa das restantes variáveis, desde a direção à existência de um padrão para um determinado número de períodos. Por outras palavras, permite verificar os efeitos positivos ou negativos de cada variável (impulso) sobre outras variáveis (resposta). Para a interpretação em questão, foi considerado um intervalo de confiança de 90% e um período de 5 anos.

Figura 1: Resultado das Estimações das Funções Impulso – Resposta



Nota: cada linha contém a resposta de cada uma das variáveis a um choque numa das outras. Assim, $dX \rightarrow dY$ deve ser interpretado como a resposta da variável dY a um choque na variável dX .

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Analisando a figura 1, verifica-se que um impacto inicial de um choque nas despesas em I&D e nos anos médios de escolaridade total sobre o crescimento do PIB é estatisticamente pouco significativo uma vez que o respetivo intervalo de confiança nunca exclui o impacto nulo. No que respeita à educação, um choque sobre a variação dos anos médios de escolaridade sobre o comportamento do PIB tem consequências em tudo semelhantes à do choque anterior: o impacto é sempre negativo, ao contrário do esperado, mas que o respetivo intervalo de confiança nunca exclui o impacto nulo, logo não é possível considerá-lo como estatisticamente significativo. Um choque no crescimento do PIB tem um impacto imediato positivo nas despesas em I&D, mas o

mesmo se aplica em termos de intervalo de confiança. Igualmente um choque nos anos médios de escolaridade total tem um impacto positivo nas despesas em I&D, atingindo o seu pico no primeiro ano, para depois diminuir e estabilizar-se após três anos, mas mais uma vez o respetivo intervalo de confiança nunca exclui a hipótese do impacto ser nulo. Por último, analisando a resposta dos anos médios de escolaridade total aos choques não antecipados do crescimento do PIB e das despesas em I&D, observa-se impactos pouco relevantes, inclusive estes impactos acabam por se anular dois anos a seguir ao impacto inicial e os intervalos de confiança associados não excluem o impacto nulo.

Desta forma, retira-se a partir destes resultados que um choque em qualquer uma das variáveis tem um impacto sobre qualquer uma das outras variáveis, que não é estatisticamente diferente de zero. Refletindo, mais uma vez, para uma análise de curto prazo, os resultados pouco significativos, poderão dever-se sobretudo ao tempo que cada variável necessita para produzir os seus efeitos no produto nacional. As despesas em I&D demoram anos até se traduzirem num output, ou seja, num novo produto, serviço ou forma de organização que aumente o produto. No que diz respeito à educação, esta apenas contribuirá para uma expansão da atividade económica quando os seus recipientes ingressarem efetivamente no mercado de trabalho. De notar que esta variável ao longo do tempo altera-se lentamente e ao longo deste trabalho considerou-se esta variável como quantitativa e não qualitativa.

5 Conclusões

No presente trabalho procurou-se estudar o impacto que as despesas em Investigação e Desenvolvimento (I&D) têm sobre o crescimento económico em Portugal, e em que medida a disponibilidade de capital humano na forma de educação tem influenciado essa relação. Para o efeito foram utilizadas séries temporais que compreendem o período de 1980 a 2013, estimando-se um modelo VAR que considera todas as variáveis como interdependentes. O modelo VAR inclui como variáveis o PIB per capita a preços constantes (base=2011), as despesas em I&D em percentagem do PIB e os anos médios de escolaridade total. O objetivo desta metodologia é mostrar a existência de uma relação cointegração e de causalidade, e qual o seu sentido, entre

despesas em I&D e crescimento económico, tendo em conta a disponibilidade de capital humano em forma de educação.

Numa primeira fase descritiva do trabalho constatou-se que as despesas em I&D em percentagem do PIB têm crescido desde 1980, indicando que se está a dar mais importância às atividades de inovação e imitação no país. Estas sempre foram inferiores à média da UE28 e a partir de 2005 convergiram para valores semelhantes registando Portugal, em 2013, um investimento em I&D de 1,36% do PIB comparativamente ao valor de investimento europeu de 1,6% do PIB. Quanto aos anos médios de escolaridade total da população portuguesa, estes apesar de terem aumentado no período analisado, continuam muito baixos relativamente à média da UE28. Portugal em 2013 ainda apresentava uma taxa de abandono escolar precoce de 19,2 %, enquanto a UE28 apontava para os 12%.

O teste de cointegração realizado levou à conclusão de inexistência de relações estruturais entre as variáveis envolvidas, ou seja à inexistência de uma relação de longo prazo. Seguiu-se a estimação de um modelo VAR em primeiras diferenças, que permite avaliar a existência de relações de curto prazo, via análise de causalidade à Granger e estimação de funções impulso-resposta. As relações de causalidade à Granger foram inexistentes. Quanto aos resultados da estimação de funções impulso-resposta, estes indicam que as despesas em I&D ou os anos médios de escolaridade têm um impacto pouco significativo no PIB real *per capita*. Relativamente às respostas das despesas em I&D e dos anos médios de escolaridade total relativamente a choques das variáveis do modelo considerado, estas são pouco relevantes. Assim, verifica-se a existência de respostas pouco significativas quanto aos impactos das variáveis no curto prazo, sendo que os efeitos destas também não persistem no longo prazo, não comprovando os resultados as predições da literatura de crescimento económico. Tais resultados podem estar relacionados com as limitações das variáveis incluídas no modelo como é o caso de as despesas em I&D, serem um input tecnológico, ou seja, um recurso para a inovação e imitação e não um output em si, que apresente um produto ou serviço que leve à melhoria e crescimento do produto nacional. No que diz respeito educação, esta demora tempo até produzir efeitos no produto nacional, mas também pode dever-se a questões referidas na seção 3, como as alterações na escolaridade obrigatória ou à importância que as famílias e indivíduos atribuem à educação, ou pode dever-se aos níveis de escolaridade ainda demasiado baixos para permitirem aumentar a capacidade de inovação/imitação da economia portuguesa ou ao facto de não conferirem as

competências procuradas pelo mercado de trabalho, destacando que ao longo deste trabalho considerou-se esta variável como quantitativa e não qualitativa.

Para uma investigação futura seria interessante adotar uma abordagem semelhante à do presente trabalho, mas utilizando variáveis de qualidade da educação, que permitissem analisar a capacidade de absorção dos indivíduos em termos de inovação, permitindo uma análise qualitativa e não quantitativa, entre a relação de educação e atividades de inovação e imitação. Quanto à atividade de inovação/imitação, às despesas em I&D estão associadas perdas e dificuldades na qualidade dos dados estatísticos disponíveis, podendo-se no futuro ponderar uma medida de inovação alternativa. Por último, uma generalização dos resultados tem de ter por base uma análise de amostra com mais países, considerando dados em painel e metodologias que permitam identificar relações de equilíbrio de longo prazo e bem como a identificação do sentido de causalidade das relações entre as diversas variáveis em estudo.

Lista de referências bibliográficas

Andrade, J. (2003). “Um modelo VAR para uma Avaliação Macroeconómica de Efeitos da Integração Europeia da Economia Portuguesa”, Working Paper 1, G.E.M.F., Faculdade de Economia Universidade de Coimbra.

Baltazar, M.; Rego, C.; Caleiro, A. (2012), “Ensino Superior e Género: Diplomados e Mercado de trabalho”, congresso português de sociologia.

Barro, R.J ; Lee, J.W. (2010), "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010," NBER Working Paper No. 15902

Benhabib, J.; Spiegel, M.M.(1994), “The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data”, *Journal of Monetary Economics*, 34, pp. 143-173.

Canton, E.; Minne, B.; Nieuwenhuis, A.; Smid, B; Steeg, M. (2005), “Human Capital, R&D and Competition in Macroeconomic Analysis”, Working Paper, EUROPEAN NETWORK OF ECONOMIC POLICY RESEARCH INSTITUTES.

Carvalho, Adão (2012), “Financiamento público à I&D Empresarial em Portugal”, *Notas Económicas*, pp. 35-49.

Cunha, A.; António, J. (2005), “Relevância informativa das Despesas de Investigação e Desenvolvimento: um estudo para o caso português”, *Notas Económicas*, 31, pp. 7-24.

Dickey DA; Fuller WA (1979), “Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root”, *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp. 427-431.

Engle RF ; Granger CWJ. (1987) “Cointegration and error correction representation: estimation and testing”, *Econometrica*, 55, pp. 251-276.

Granger CWJ; Lin J. (1995), “Causality in the long run”, *Econometric Theory*, 11, 530-536

Greene, W. H. (2011). “Econometric analysis”, Upper Sadle River: Prentice-Hall (7)

Grossman, G.M.; Helpman, E. (1994), “Endogenous innovation in the theory of growth”, *Journal of Economic Perspectives* 8: 23-44

Johansen, S. (1995), “Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models”, New York: Oxford University Press.

Jones, C. I. (1995), "R&D-based models of economic growth". *Journal of Political Economy*, 103(41), pp. 759-84.

Jones, C.I (2002), “Sources of U.S Economic Growth in a World of Ideas”, *American Economic Review*, 92(1), pp. 220-239

Jones, C.I. (2005) “Growth and Ideas”, in Aghion, P. and Durlauf, S.N. (eds.), *Handbook of Economic Growth*, North Holland, Elsevier Academic Press, (1), pp. 1063-1111.

Lichtenberg, F.R. (1992), “R&D investment and international productivity differences”, NBER Working Paper N. 4161.

Lucas, Robert (1988), “On The Mechanics Of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42

M. Simões; J.S. Andrade; A. Duarte (2014). "Crescimento e Convergência". In F. Alexandre; P. Bação; P. Lains; M.M.F. Martins; M. Portela; M. Simões (orgs.), A

Economia Portuguesa na União Europeia: 1986-2010, Coimbra: Actual, Grupo Almedina, Cap. I.2, pp. 105-124.

Mankiw, N.G.; Romer, D.; Weil, D. (1992), “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), pp. 407-37.

Nelson, R. R.; Phelps, E. S.(1966),“Investment in humans, technological diffusion, and economic growth”, *American Economic Review*, 56(1), 69–75.

Solow, R. M. (1956),“A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.

Teixeira, A. (1999),”CAPITAL HUMANO E CAPACIDADE DE INOVAÇÃO” Contributos para o estudo do crescimento económico português, 1960-1991, CONSELHO ECONÓMICO E SOCIAL.

Teixeira, A.; Fortuna, N. (2003), “Human capital, innovation capability and economic growth in Portugal, 1960 – 2001”, FEP Working Papers nº 131, Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

Teixeira, A.; Fortuna, N. (2010), “Human capital, R&D, trade, and long-run productivity. Testing the technological absorption hypothesis for the Portuguese economy, 1960–2001”, *Research Policy*, 39(3), pp. 335–350.

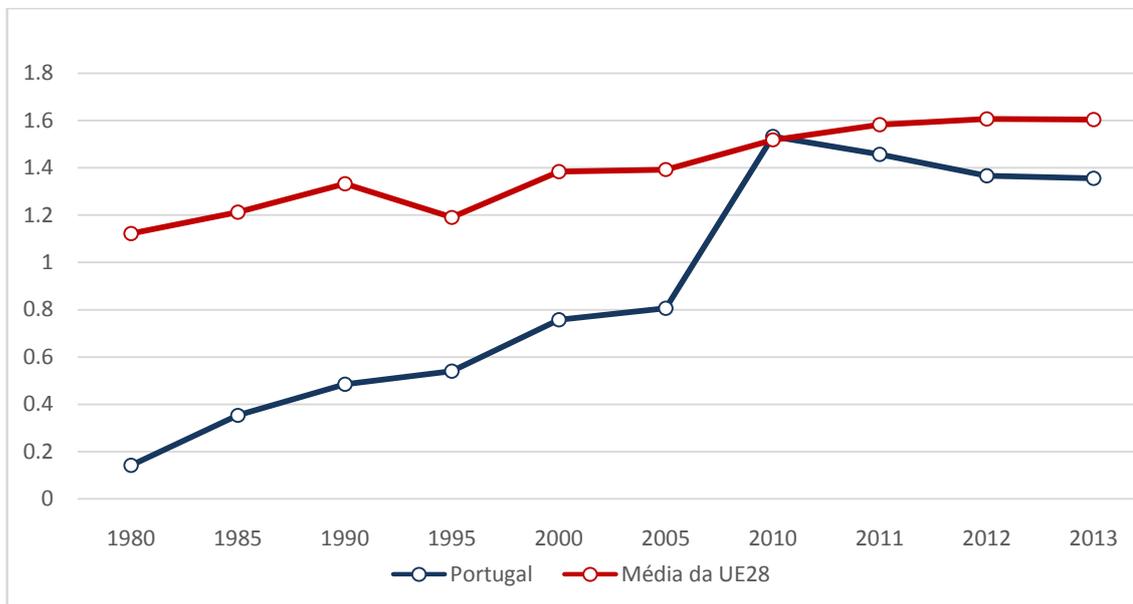
Vieira, A.; Fiolhais, C. (2011), “Ciência e Tecnologia em Portugal”, Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Weil, David N. (2013), “Economic Growth”, Pearson, International Limited.

Wilson, R.; Briscoe, G. (2004). “The impact of human capital on economic growth: a review”, In: Descy, P.; Tessaring, M. (eds) *Impact of education and training Third report on vocational training research in Europe: background report*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

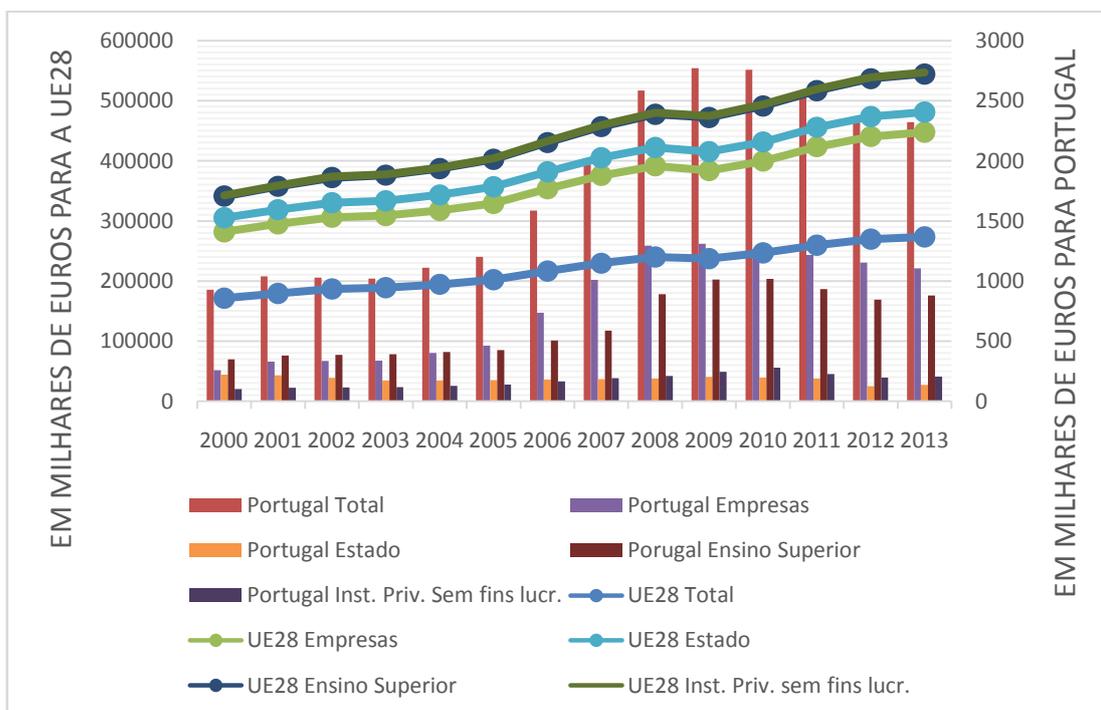
Anexos

Figura A.1: Evolução do Investimento, público e privado, em I&D: Portugal e UE28, 1980-2013 (em percentagem do PIB)



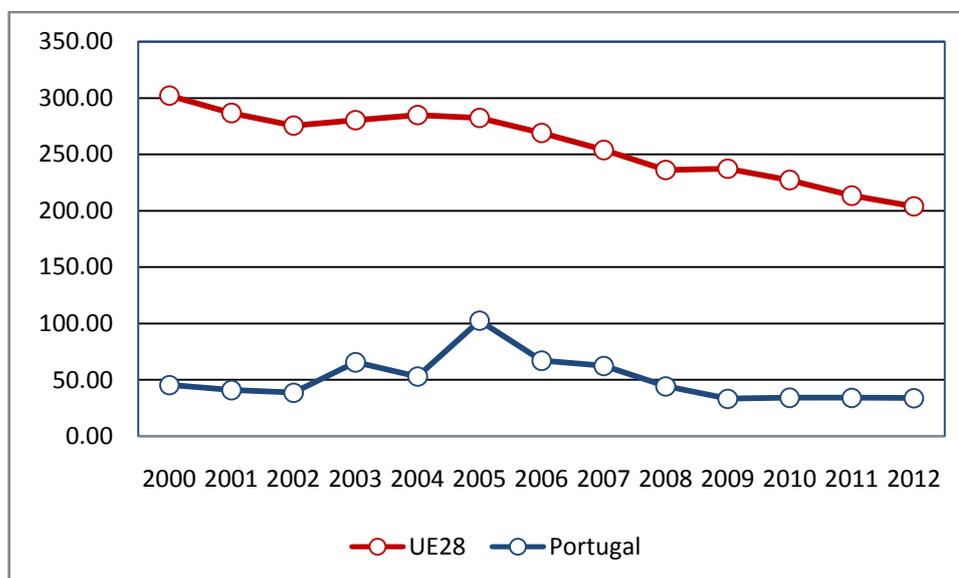
Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Eurostat.

Figura A.2: Evolução da despesa em I&D, por setores: Portugal e UE28, 2000-2013 (em milhares de euros)



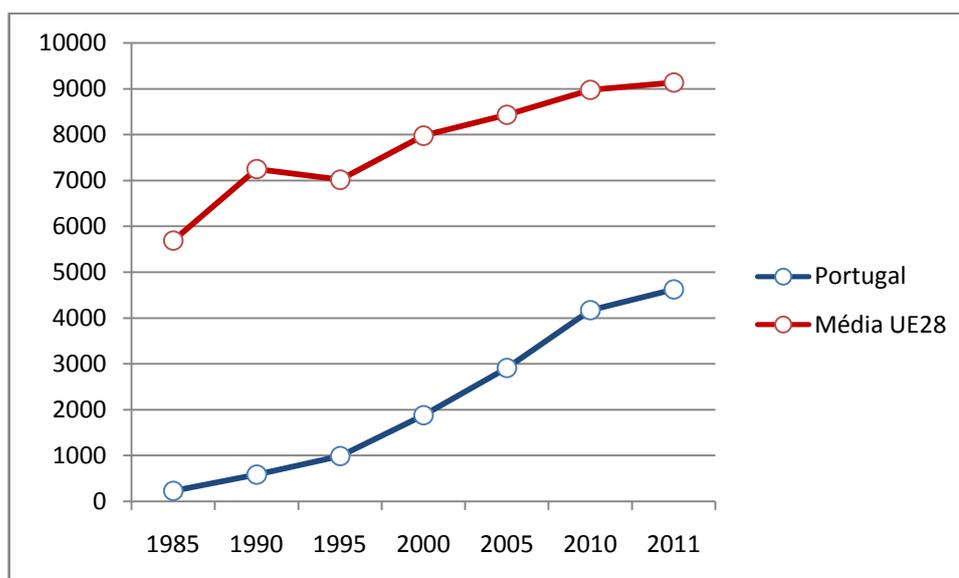
Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Eurostat.

Figura A.3: Evolução de pedidos de patentes ao IEP: Portugal e UE28, 2000-2012 (em bilhões de euros de despesa interna bruta em I&D)



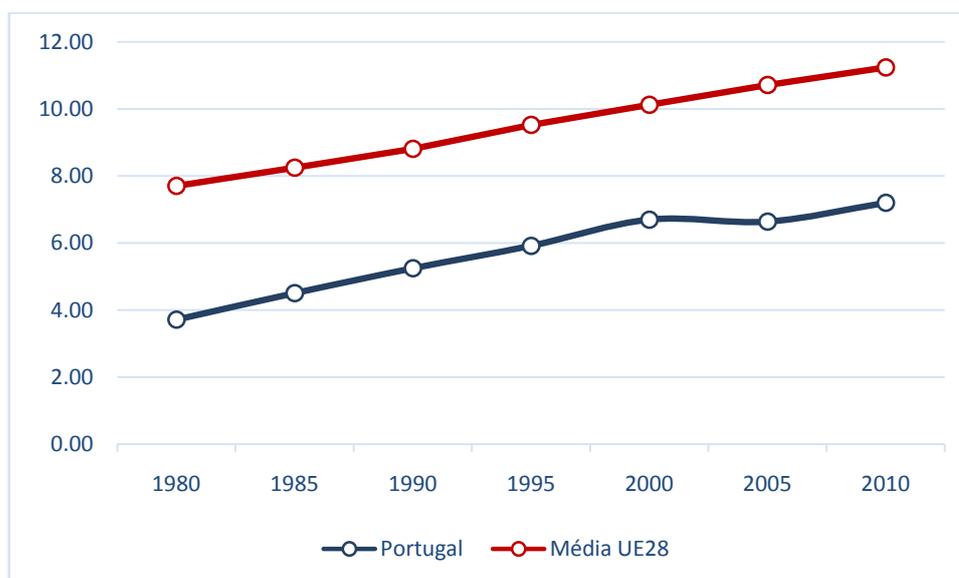
Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Eurostat.

Figura A.4: Evolução do número de artigos científicos e técnicos publicados: Portugal e UE28, 1980-2011



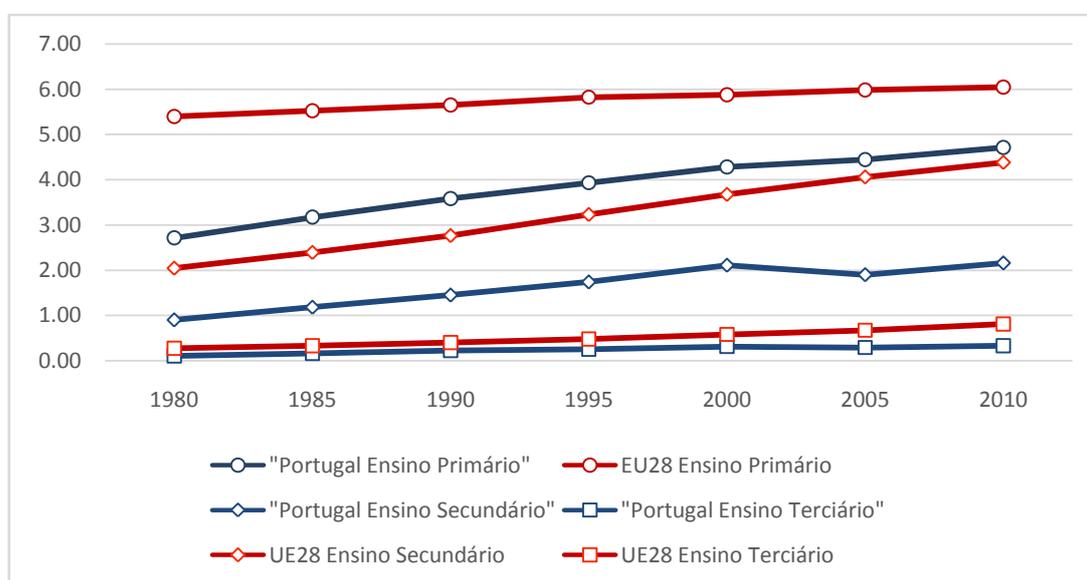
Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados do Banco Mundial.

Figura A.5: Anos médios de escolaridade total: Portugal e UE28, 1980-2010



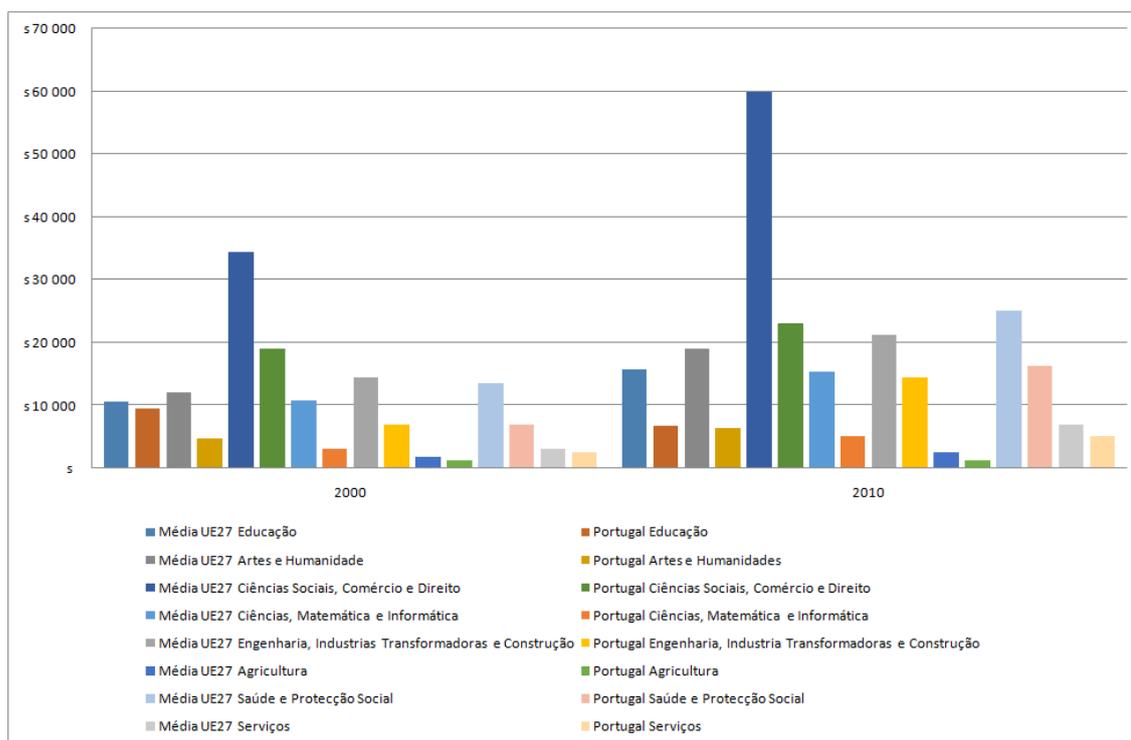
Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados debarrolee.

Figura A.6: Anos médios de escolaridade primária, secundária e terciária: Portugal e UE28, 1980-2010



Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados debarrolee.

Figura A.7: Diplomados no ensino superior, por área de educação: Portugal e UE27, 2000 e 2010



Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados retirados da Pordata.

Quadro A.1 : Descrição das variáveis incluídas no VAR

Variável	Descrição	Fonte
PIB (€)	PIB real per capita a preços constantes (Base 2011)	Pordata - INE-BP- Contas Nacionais Anuais (Base 2011)
D_ID (%)	Despesas em Investigação e Desenvolvimento em % do PIB	Pordata - INE-BP - Ciência e Tecnologia (em percentagem do PIB)
Esc_Tot (anos)	Anos médios de escolaridade total da população com idades compreendidas entre os 15 e 64 anos	Teixeira, A.a.C. 2005. Measuring aggregate human capital in portugal: 1960-2001. Portuguese Journal of Social Science 4 (2): 101-20.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro A.2 : Estatísticas Descritivas das Variáveis

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
PIB (€)	13724,0	14316,0	8899,0	17191,1
D_ID (%)	0,72304	0,58413	0,14138	1,58000
Esc_Tot (anos)	6,91360	7,19750	4,43900	8,89570
PTF (índice; base=2010)	91,24200	96,00200	74,47000	100,17000
Variável	Desvio Padrão	C.V	Enviesamento	Curtose Ex.
PIB (€)	3001,1	0,21867	-0,46805	-1,315
DI&D (%)	0,41498	0,57394	0,80028	-0,45306
Esc_Tot (anos)	1,4156	0,20475	-0,13728	-1,4856
PTF (índice; base=2010)	9,3609	0,10259	-0,84092	-0,89999

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Quadro A.3: Autocorrelação dos erros do modelo Δ VAR

Equação	Ljung-Box Q'	Valor p
1	0.137725	0.711
2	0.0409873	0.84
3	0.0683457	0.794

Nota: A H0 é a não existência de autocorrelação e a H1 é a existência de autocorrelação

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Quadro A.4: Processo ARCH do modelo Δ VAR

		Coefficiente	Erro Padrão	Rácio t	Valor p
Equação 1					
	Alpha (0)	0.000343392	0.000120345	2.853	0.0079
	Alpha (1)	0.198142	0.181699	1.090	0.2845
	Valor p				0.269142
Equação 2					
	Alpha (0)	0.00498880	0.00157453	3.168	0.0036
	Alpha (1)	0.0615476	0.0509128	1.209	0.2365
	Valor p				0.222646
Equação 3					
	Alpha (0)	0.000487130	0.000254227	1.916	0.0653
	Alpha (1)	-0.0948808	0.185206	-0.5123	0.6123
	Valor p				0.597992

Nota: A H0 é a não existência de efeitos ARCH (logo homocedástico) e a H1 é a existência de efeitos ARCH

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.

Quadro A.5: Normalidade dos Resíduos do modelo Δ VAR

Matriz de correlação dos resíduos, C		
1.0000	0.18452	-0.044659
0.18452	1.0000	-0.0040765
-0.044659	-0.0040765	1.0000

Valores próprios de C
0.811044
0.998137
1.19082

Nota: Os resultados do teste de Doornik-Hansen são os seguintes
Qui-quadrado (6) = 50.7012 [0.0000]

Fonte: Elaborado pela autora, recorrendo ao GRETL.